

Р.В. Грищенко^{1, 2*},
О.В. Богомолец²,
В.І. Степаненко¹,
К.О. Чалий¹

ДІАГНОСТИЧНА ЦІННІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ МЕЛАНОМИ ШКІРИ ДЛЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ ТАКТИКИ ЛІКУВАННЯ

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця¹

бул. Тараса Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

ПП «Інститут дерматокосметології доктора Богомолець»²

бул. Тараса Шевченка, 26/4б, Київ, 01030, Україна

Bogomolets National Medical University¹

Tarasa Shevchenka boulev., 13, Kyiv, 01601, Ukraine

e-mail: dvk2@ukr.net

Dr. Bogomolets Institute of Dermatology and Cosmetology²

Tarasa Shevchenka boulev., 26/4b, Kyiv, 01030, Ukraine

*e-mail: romio.grin@gmail.com

Цитування: *Медичні перспективи*. 2025. Т. 30, № 4. С. 46-53

Cited: *Medicin perspectives*. 2025;30(4):46-53

Ключові слова: меланома шкіри, глибина інвазії, ультразвукова діагностика

Key words: cutaneous melanoma, invasion depth, skin ultrasound diagnostics

Реферат. Діагностична цінність проведення ультразвукового дослідження меланоми шкіри для вибору оптимальної тактики лікування. Грищенко Р.В., Богомолец О.В., Степаненко В.І., Чалий К.О. Меланома шкіри – це злоякісна пухлина, з високим ризиком лімфогенного та гематогенного метастазування, що є негативним прогностичним критерієм для пацієнта. Попри те, що за світовою статистикою меланома становить лише близько 1% усіх випадків раку шкіри, але саме вона зумовлює понад 80% летальних випадків через невчасну або некоректну діагностику. У зв'язку зі зростанням кількості випадків, особливо серед осіб європеоїдного типу з I-II фототипом шкіри, актуальним є своєчасне та точне встановлення діагнозу. Ультразвукове дослідження (УЗД) є неінвазивним та безпечним методом візуалізації, що дозволяє оцінити глибину інвазії пухлини та структуру шкіри до хірургічного втручання. Мета роботи: дослідити ефективність використання високочастотного ультразвукового датчика 20-22 МГц для попередньої діагностики та візуалізації меланоми шкіри шляхом порівняння результатів УЗД з даними патогістологічного дослідження (ПГД). Зокрема, проаналізувати ефективність лінійного ультразвукового датчика з частотою 10-22 МГц General Electric LOGIQ E R8 (США) у визначенні глибини інвазії пухлини порівняно з ультразвуковим датчиком 22 МГц DUB Skinscanner (Німеччина). Також встановити статистичну кореляцію між результатами УЗД та ПГД для обґрунтування доцільності інтеграції високочастотного УЗД в клінічний алгоритм діагностики меланоми як неінвазивного методу передопераційного оцінювання. Проведено обстеження 90 пацієнтів з підозрою на меланому, на основі дерматоскопічних даних. Порівняно результати передопераційного високочастотного ультразвукового дослідження за допомогою апаратів General Electric LOGIQ E R8 (США) (УЗД GE), датчик ультразвуковий лінійний, з центральною частотою 10-22 МГц, та DUB Skinscanner (Німеччина) (УЗД DUB), датчик ультразвуковий лінійний, з центральною частотою 22 МГц, та патогістологічного дослідження. Згідно з розрахунками, проведеними під час дослідження, встановлено, що ультразвуковий апарат УЗД GE забезпечує дуже високу відповідність результатам патогістологічного дослідження, на відміну від апарата УЗД DUB. Отримані результати дозволяють стверджувати про доцільність упровадження високочастотного ультразвукового дослідження в алгоритм обстеження пацієнтів з меланомою шкіри як неінвазивного, інформативного методу передопераційного оцінювання.

Abstract. Diagnostic value of ultrasound examination of skin melanoma for selecting the optimal treatment tactics. Hryshchenko R.V., Bogomolets O.V., Stepanenko V.I., Chalyu K.O. Cutaneous melanoma is a malignant tumor characterized by a high risk of both lymphatic and hematogenous metastasis, which represents a negative prognostic factor for affected patients. Although melanoma accounts for only approximately 1% of all skin cancer cases globally, it is responsible for more than 80% of skin cancer-related deaths due to delayed or inaccurate diagnosis. Given the increasing incidence of melanoma, particularly among individuals of Caucasian origin I-II, timely and accurate diagnosis is of critical importance. High-frequency ultrasound (HFUS) is a non-invasive and safe imaging modality that enables the assessment of tumor invasion depth and skin structure prior to surgical intervention. The aim of this study was to evaluate the diagnostic performance of high-frequency ultrasound using a 20-22 MHz probe for the preoperative

visualization and assessment of cutaneous melanoma, through comparison with histopathological examination (HPE) data. Specifically, the study analyzed the effectiveness of a linear ultrasound probe with a frequency range of 10-22 MHz on the General Electric LOGIQ E R8 (USA) system, in comparison to the 22 MHz DUB Skinscanner (Germany), for determining tumor invasion depth. Additionally, the study established the statistical correlation between HFUS and histopathological findings, to justify the integration of HFUS into clinical diagnostic algorithms for melanoma as a non-invasive tool for preoperative assessment. A total of 90 patients with dermoscopically suspected melanoma were examined. The results of preoperative HFUS performed with two systems – GE LOGIQ E R8 (USA), using a linear transducer with a central frequency of 10-22 MHz, and the DUB Skinscanner (Germany), with a 22 MHz linear transducer were compared to histopathological data. Based on the results of the statistical analysis, the GE ultrasound system demonstrated a very high level of concordance with histopathological measurements, significantly outperforming the DUB device. These findings support the incorporation of high-frequency ultrasound into the diagnostic algorithm for patients with cutaneous melanoma as a non-invasive and informative method for preoperative evaluation.

Меланома шкіри – це злоякісна пухлина, яка походить з клітин-меланоцитів, що продукують гранули меланіну, який дає шкірі забарвлення, та розташовуються в базальному шарі епідермісу [1, 2]. Згідно з інформацією, оприлюдненою на офіційному сайті The Global Cancer Observatory (GCO) у 2020 році, меланома шкіри входила до числа найпоширеніших онкологічних патологій у світі за кількістю нових випадків та посіла 17 місце. Зареєстровано 324 635 нових випадків меланоми шкіри, серед яких 173 844 припадало на осіб чоловічої статі та 150 791 – жіночої. Загальна кількість смертей у світі у 2020 році сягнула 57 043 випадків (чоловіки – 32 385, жінки – 24 658). За інформацією Національного канцер-реєстру України, у 2022 році було зареєстровано 2845 нових випадків меланоми шкіри, зокрема 1251 серед чоловіків та 1594 серед жінок. Загальна кількість смертей, спричинених меланомою, становила 805 осіб. Протягом останніх років відзначається стійке зростання захворюваності на меланому шкіри, що переважно спостерігається в людей європейського походження з 1-2 фототипом шкіри за Фіцпатріком, зокрема це пов'язано з удосконаленням діагностики меланоми шкіри на ранніх стадіях [1, 3, 4]. Ризик розвитку меланоми істотно збільшується з віком. Водночас, за даними GCO, у 2020 році меланома посіла 7-ме місце серед онкологічних захворювань у жінок та 14-те місце в чоловіків віком 20-39 років (без урахування немеланомних раків шкіри). Це робить її одним з найпоширеніших видів злоякісних новоутворень у молодому віці. Крім того, останні дослідження демонструють можливий зв'язок між інфекцією SARS-CoV-2 та канцерогенезом. Є дані, що зараження цим вірусом може сприяти появі меланоми de novo, стимулювати прискорений ріст існуючої пухлини або збільшувати ризик її рецидиву. [5]. У сучасних умовах лікарі-дерматовенерологи та онкологи для неінвазивної діагностики меланоми шкіри мають лише дерматоскоп, що дозволяє попередньо встановити діагноз за

певними патогномонічними ознаками, але цей метод обмежений лише зовнішньою оцінкою. Метою дослідження було порівняння частоти випадків, коли діагноз після ультразвукового дослідження (УЗД) не збігався з результатами патогістологічного дослідження (ПГД), оскільки бажаним результатом є повна відповідність діагнозу за УЗД висновку ПГД.

ПГД розглядається як референсний метод або еталонний стандарт для верифікації діагнозів, зокрема при оцінюванні точності діагностичних методів, таких як УЗД.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У ПП «Інституті дерматокосметології доктора Богомолець» було проведено обстеження 90 пацієнтів, яким попередньо було встановлено діагноз меланома на основі дерматоскопічних ознак. Дослідження проводились з 2020 до 2024 року з використанням УЗ-сканерів:

- General Electric LOGIQ E R8 (США) (УЗД GE), датчик ультразвуковий лінійний, з центральною частотою 10-22 МГц.

- DUB Skinscanner (Німеччина) (УЗД DUB), датчик ультразвуковий лінійний, з центральною частотою 22 МГц.

На основі отриманих даних було проведено порівняльний аналіз ефективності застосування апаратів УЗД DUB та УЗД GE та оцінювання відповідності результатам ПГД. Предметом аналізу є дані обстеження 90 пацієнтів, яким було визначено глибину інвазії меланоми за результатами УЗД та ПГД.

Упорядкування та оброблення даних щодо клінічних показників проводилось у програмному середовищі Microsoft Excel 2020 (license no. YHJX9-9K4F7-W7P6Y-TN7T7-V4Y8K).

Статистичний аналіз наявних даних щодо об'єктів вибірки здійснювався за допомогою спеціалізованого статистичного програмного забезпечення MedStat v. 5.2 (Free Software Licence, Україна) та EZR on R commander v. 1.64 (Free Statistical Software, Jichi Medical University, Japan), що є модифікованою версією R Commander з відкритим

кодом (GNU General Public License) та не передбачає індивідуального номера ліцензії [6, 7].

Розподіл наявних даних перевірявся на нормальність з використанням критерію Шапіро-Вілکا. Було розраховано 95% довірчий інтервал (95% ДІ). Аналіз відмінності частот у групах проведено із застосуванням критерію хі-квадрат. Дослідження кореляційного взаємозв'язку між змінними проводилося із застосуванням непараметричного методу розрахунку коефіцієнта рангової кореляції Спірмана. Всі розрахунки проводилися з урахуванням двосторонньої критичної області. Статистично значущими вважатимемо відмінності характеристик об'єктів статистичного спостереження та/або кореляції між ними при рівні значущості $p < 0,05$ [7].

УЗ-дослідження 22 пацієнтів було проведено з використанням апарата УЗД DUB та 68 досліджень – з використанням апарата УЗД GE. Основною метою дослідження було порівняння частоти випадків, коли діагноз за УЗД не збігався з результатами ПГД, оскільки бажаним результатом є повна відповідність діагнозу за УЗД висновку ПГД. Патогістологічне дослідження розглядається як референсний метод або еталонний стандарт для верифікації діагнозів, зокрема при оцінюванні точності діагностичних методів, таких як УЗД.

Дослідження, проведені в межах цієї роботи, погоджені комісією з питань біомедичної етики Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця (протокол № 163 від 07.11.2022), відповідали принципам, викладеним у Гельсінській декларації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людей» та «Загальній декларації про біоетику та права людини (ЮНЕСКО)», і проводилися згідно з інформованою згодою пацієнтів на участь у дослідницькій роботі.

Для підтвердження діагнозу обов'язково виконують ексцизійну або в деяких випадках інцизійну біопсію з патогістологічним дослідженням. Також важливо проводити фотодокументування пухлини для клініко-морфологічної кореляції.

Ексцизійна або повна біопсія – це біопсія всієї товщини шкіри з мінімальними відступами. Це дозволяє оцінити глибину інвазії пухлини за допомогою патогістологічного та в деяких випадках імуногістохімічного дослідження, без шкоди для наступного, ширшого висічення, або визначення стадії пухлинного процесу з проведенням біопсії сторожового лімфатичного вузла [8]. Після визначення глибини інвазії за Бреслоу, за потреби проводять реексцизію з такими відступами: від 0,5 см – 1 см для меланому *in situ*, 1 см – при наявності глибини інвазії

до 1 мм, 1-2 см – при інвазії 1-2 мм та з відступами 2 см при інвазії понад 2 мм [9, 10].

Інцизійна або часткова біопсія виконується, коли не можливо провести ексцизійну біопсію. Наприклад, у тих випадках, коли пухлина має досить великі розміри, пухлини розташовуються на різних косметично важливих ділянках обличчя, вух, долонях та стопах, на дистальних фалангах або при піднігтьовій локалізації. У таких випадках видалення може відбуватись у кілька етапів. Наразі відсутні науково доведені докази того, що при такому виді біопсії це може негативно вплинути на процес лікування та підвищувати ризик рецидиву та метастазування, що вплине на прогностичний результат [11].

Ультразвукове дослідження – це метод візуалізації, який дозволяє побачити та оцінити ті чи інші тканини в тілі людини, зокрема шкіру. Від датчика, який генерує акустичні хвилі з різною частотою, буде залежати, які структури ми будемо бачити та оцінювати. Ехосигнали, відбиті різними тканинами, повертаються до датчика, утворюючи візуальне зображення. Ехогенність кожної структури шкіри визначається її щільністю, яка впливає на швидкість проходження через неї акустичної хвилі. Основними джерелами ехогенності в шарах шкіри є кератиноцити в епідермісі, колаген у дермі та жир у гіподермі [12-15].

Від частоти хвилі залежить глибина проникнення ультразвуку в товщу тканин тіла людини та інформація, яку ми отримуємо, наприклад, якщо вибрати датчик з частотою 3,5-7,5 МГц, то можна візуалізувати тканини печінки, а 20-75 МГц дає можливість оцінити структуру утворення саме в шкірі. Тобто чим вище частота, тим більш поверхневі структури будуть візуалізовані.

Високочастотний ультразвук 20-22 МГц дозволяє візуалізувати всю товщу шкіри та визначити глибину розташування новоутворень шкіри, зокрема меланому. При використанні датчика 20-22 МГц епідерміс має вигляд гіперехогенної пластинки, дерма – гіпо- або гіперехогенної смужки; важливо зауважити, що візуалізувати окремо сосочковий та сітчастий шари дермального шару неможливо, гіподерма візуалізується як гіпоехогенна неоднорідна тканина. Останнім часом усе більше набуває популярності застосування УЗД в дерматології та дерматоонкології для діагностики та тактики лікування пухлин шкіри [13, 14, 15].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз частот показав, що для апарата УЗД DUB випадки розбіжностей між УЗД і ПГД становили 63,6% (14 з 22 випадків, 95% ДІ: 42,9%-80,3%), тоді як для апарата УЗД GE цей показник

був значно нижчим – лише 14,7% (10 із 68 випадків, 95% ДІ: 8,2%-25,0%). Таким чином, апарат УЗД DUB продемонстрував значно вищу частоту відмінностей результатів УЗД і ПГД порівняно з апаратом УЗД GE, а різниця в цих частотах становить 48,9% (95% ДІ: 7,9%-72,1%).

Для статистичної перевірки цієї різниці було проведено аналіз з використанням критерію хі-квадрат, який показав значущу відмінність між

двома групами даних для апарата УЗД DUB та УЗД GE ($\chi^2 = 17,93$, $p < 0,0001$). Отримані результати свідчать про те, що виявленні відмінності у відповідності висновкам ПГД між двома апаратами є статистично значущими, тобто не є випадковими. Діаграма розмаху значень частки випадків відмінностей діагнозів за результатами УЗД та ПГД для апаратів УЗД DUB та УЗД GE наведена на рисунку 1.

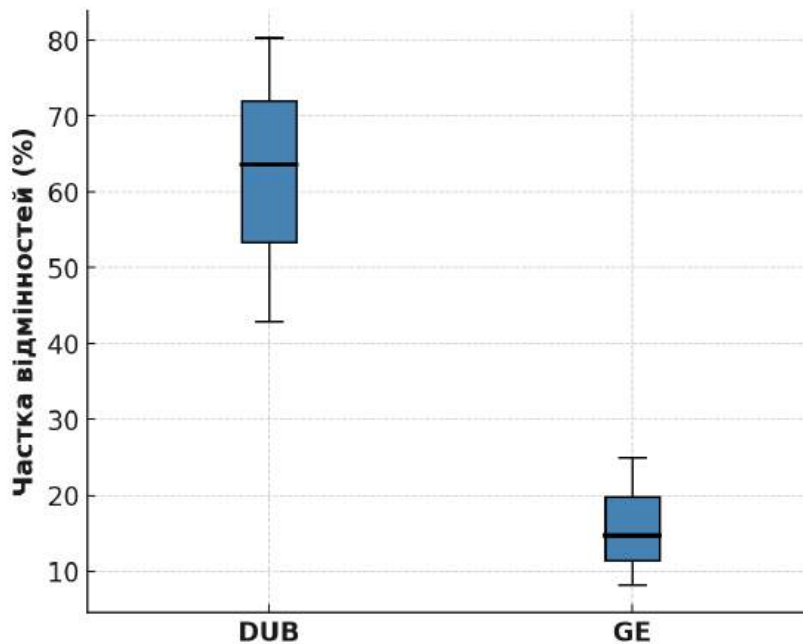


Рис. 1. Діаграма розмаху значень частки випадків відмінностей діагнозів за результатами УЗД та ПГД для апаратів DUB та GE

Для оцінювання сили асоціації між використанням апарата та ймовірністю виявлення відмінностей був розрахований показник відношення шансів (odds ratio, OR). Шанси виникнення розбіжностей між діагнозами за УЗД і ПГД при використанні апарата УЗД DUB у 10,15 рази вищі, ніж при використанні апарата УЗД GE (OR 95% ДІ: 3,39-30,42), що вказує на значущість виявленого результату, оскільки інтервал не містить 1.

Проведений статистичний аналіз наявних даних обстеження 90 пацієнтів (22 дослідження на апараті УЗД DUB та 68 досліджень на апараті УЗД GE) вказує на суттєву перевагу апарата УЗД GE в узгодженості діагностичних результатів УЗД з ПГД. Висока частота розбіжностей при використанні апарата УЗД DUB може свідчити про його потенційно нижчу точність у визначенні діагнозу за УЗД. Це також означає, що використання апарата УЗД GE дозволяє значно зменшити ймовірність помилкового діагнозу, що може мати важливе клінічне значення.

Відповідно до отриманих висновків щодо виявлених переваг застосування апарата УЗД GE, було проведено аналіз даних 68 пацієнтів за результатами на апараті УЗД GE та верифікації результатів за даними ПГД. Було оцінено взаємозв'язок між результатами вимірювань глибини інвазії пухлинного процесу за двома методами: УЗД GE та ПГД, а також було перевірено відсутність статистично значущих відмінностей між відповідними показниками.

За результатами описового статистичного аналізу даних 68 пацієнтів виявлено, що середнє значення глибини інвазії за даними на апараті УЗД GE становило $1,5 \pm 0,9$ мм (95% ДІ: 1,3-1,7 мм), тоді як середнє значення глибини інвазії за даними ПГД становило $1,6 \pm 0,9$ мм (95% ДІ: 1,4-1,7 мм). Максимальне значення глибини інвазії за даними на апараті УЗД GE було 8,3 мм, тоді як за ПГД воно становило 8,0 мм, а мінімальні значення дорівнювали 0,1 мм та 0,0 мм відповідно. Порівняння показників центральних тенденцій

для цих двох вибірок, проведене з використанням критерію Вілкоксона, який є стійким до відхилень розподілу від нормального, не виявило статистично значущої відмінності ($p=0,2427$).

Аналіз показав, що коефіцієнт рангової кореляції Спірмена між даними, отриманими на апаратах УЗД GE та ПГД, становить 0,929 ($p<0,001$), що свідчить про дуже сильний зв'язок між досліджуваними змінними, навіть у разі можливих відхилень розподілу даних від нормального закону. З метою перевірки лінійності виявленого зв'язку та обґрунтування можливості побудови лінійної регресійної моделі додатково обчислено коефіцієнт кореляції Пірсона, який становить 0,935 ($p<0,001$). Узгоджені значення обох коефіцієнтів вказують на стійкий та дуже сильний позитивний кореляційний зв'язок між результатами УЗД GE та ПГД.

Для оцінювання взаємозв'язку результатів вимірювань глибини інвазії двома методами: УЗД GE та ПГД – було побудовано лінійну регресійну модель. Отримане рівняння регресії має вигляд:

$$ГІ_ПМД = 1,03 \times ГІ_УЗД_GE - 0,01,$$

де ГІ_ПМД – це глибина інвазії за даними ПГД (мм), а ГІ_УЗД_GE – це глибина інвазії за даними УЗД GE (мм).

Модель показує, що при збільшенні значення глибини інвазії за даними УЗД GE на 1,00 мм прогнозоване значення глибини інвазії за даними ПГД зростає на 1,03 мм. Тобто обидва методи дослідження дають практично однакові результати. Коефіцієнт детермінації моделі $R^2=0,874$ є достатньо високим, що вказує на те, що 87,4% варіації глибини інвазії за ПГД відповідають значеннями глибини інвазії за УЗД GE. Оцінка значущості коефіцієнтів моделі показала, що коефіцієнт пропорційності 1,03 перед змінною ГІ_УЗД_GE є статистично значущим ($p<0,001$), тоді як константа -0,01 не є значущою ($p=0,8877$).

На рисунку 2 наведено діаграму розсіяння результатів вимірювань ($n=68$) глибини інвазії меланоми з використанням апаратів УЗД GE та ПГД та візуалізацію відповідної регресійної моделі з визначенням 95% довірчого інтервалу (95% ДІ).

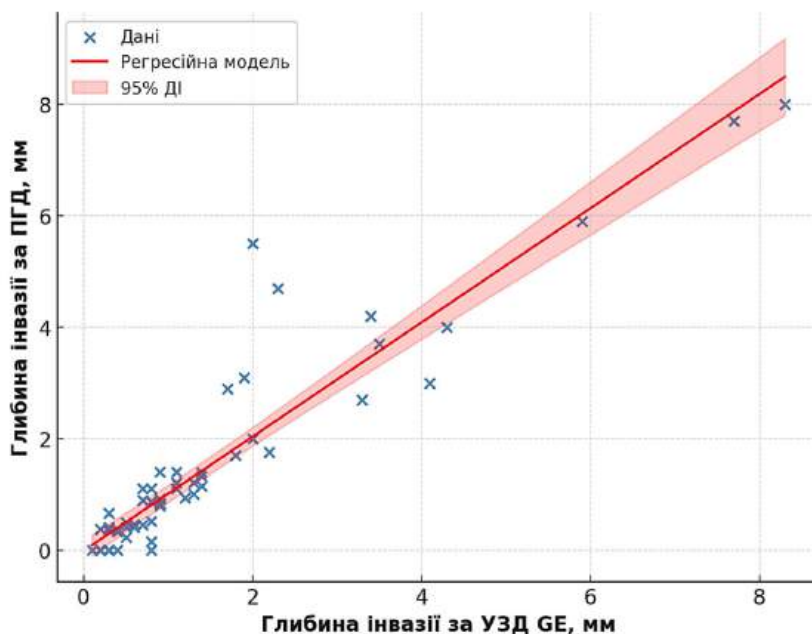


Рис. 2. Діаграма розсіяння результатів вимірювань ($n=68$) глибини інвазії меланоми з використанням УЗД GE та ПГД та візуалізація відповідної регресійної моделі з визначенням 95% довірчого інтервалу (95% ДІ)

При проведенні порівняльного аналізу даних, отриманих при використанні апаратів УЗД DUB та УЗД GE, було виявлено суттєву перевагу апарата УЗД GE, що відображається в кращій кореляції результатів УЗД та ПГД серед пацієнтів, яким було проведено передопераційне УЗД меланоми шкіри для визначення глибини інвазії пухлини.

Ураховуючі отримані дані, проведено окремий аналіз результатів УЗ-обстеження пацієнтів на апараті УЗД GE.

Нижче буде наведено приклад дерматоскопічної та ультразвукової діагностики меланоми шкіри, а також проведено аналіз отриманих даних.

Власні спостереження авторів статті щодо дерматоскопічних та ультразвукових ознак меланоми шкіри наведено на рисунку 3.

З анамнезу відомо, що новоутворення існує близько 2-х років. У супутньому анамнезі 5 років тому діагностовано псоріаз, пацієнтка в процесі

лікування, постійно відвідує фототерапію UVB 311 нм (кабіна).

Дерматоскопічні ознаки: атипозна пігментна сітка, атипозна пігментація, атипозні точки та глобули, атипозні судинні структури, хризаліди, біло-блакитна вуаль, поліморфізм кольорів.

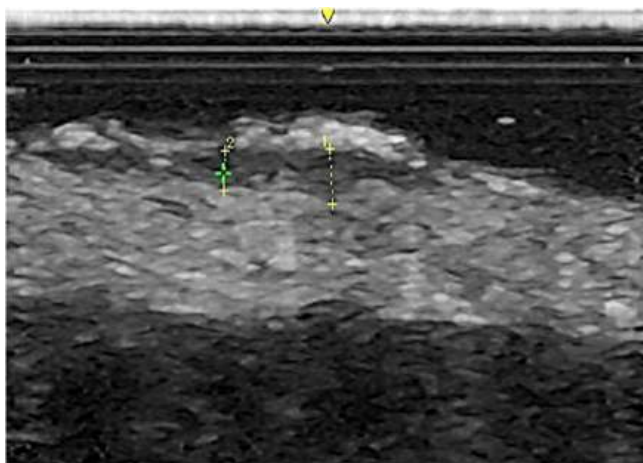


Рис. 3. Пацієнтка П., 28 років, діагноз: меланома шкіри правого надпліччя

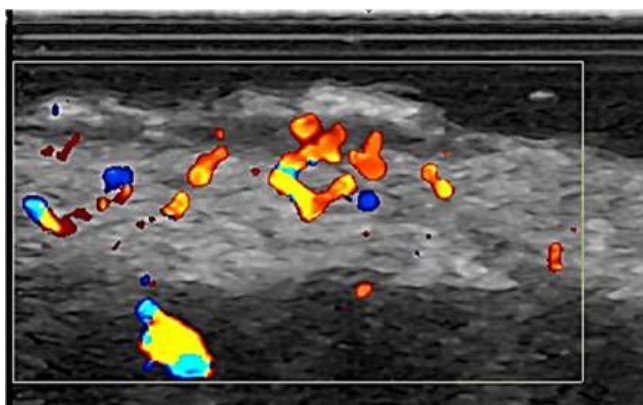
На рисунку 4 (а, б) зображено УЗ-ознаки меланоми шкіри: гіпоехогенне утворення, неправильної форми, з нечіткими контурами, залягає в дермі, васкуляризація посилена, орієнтовна глибина інвазії 0,6-0,8 мм. Згідно з результатами патогістологічного дослідження в пацієнтки П. було встановлено остаточний діагноз: меланома, що виникла на шкірі без вираженого сонячного впливу з переважним поверхневим поширенням (Low-CSD melanoma (superficial spreading melanoma) ICD-O code 8743/3) pT1bNx VLi0 Pn0 R0; Clarks Level 4; BreslowStage I 0,6 мм.; TiL non-brisk.

За результатами проведеного аналізу продемонстровано суттєву перевагу апарата УЗД GE над апаратом УЗД DUB щодо узгодженості вимірів глибини інвазії меланоми шкіри з даними ПГД, що пов'язано із застарілим програмним забезпеченням та технічними характеристиками апарата УЗД DUB. Сильна кореляція між результатами на апараті УЗД GE та ПГД свідчить про надзвичайну точність вимірів, що підтверджується коефіцієнтом детермінації $R^2=0,874$. Це узгоджується з метааналізом Sellyn et al. (2025), які виявили середню кореляцію 0,89 [11]. Схожу тенденцію відзначено в дослідженні Freschi et al. (2022), де високочастотне УЗД показало сильний зв'язок з ПГД меланоми шкіри [13], а також з

клінічним дослідженням Crisan et al. (2023), яке також показало доцільність передопераційного проведення УЗД для оцінювання глибини інвазії злоякісних пухлин шкіри [4]. Крім того, огляд Wortsman (2024) підсумовує, що чим вища частота датчика ($\geq 20-50$ МГц), тим точніша оцінка інвазії пухлини, що є релевантним для передопераційної стратифікації ризиків [9]. Для клінічної практики важливим є те, що висока кореляція дозволяє надійно оцінювати глибину інвазії пухлини перед оперативним втручанням, що є критичним у виборі обсягу висічення та подальшого прогнозу лікувального процесу. Попереднє знання точних показників поглиблює планування потенційного одностадійного втручання без ризику повторної операції. Але отримані результати не показують важливості досвіду оператора, який проводить передопераційну ультразвукову діагностику, що, у свою чергу, може впливати на якість дослідження. Важливо зазначити, що УЗД пухлин шкіри нині є доволі перспективним методом неінвазивної діагностики пухлин шкіри, зокрема меланоми, тому потребує подальших досліджень для визначення доцільності впровадження цього методу в медичні протоколи лікування пухлин шкіри.



а) Гіпоехогенне утворення, неправильної форми, з нечіткими контурами, залягає в дермі, васкуляризація посилена, орієнтовна глибина інвазії 0,6-0,8 мм



б) УЗ-ознаки з використанням кольорового доплера, відзначається посилена дифузна васкуляризація

Рис. 4. УЗ-ознаки меланоми шкіри пацієнтки П.

ВИСНОВКИ

1. Високочастотне ультразвукове дослідження (20-22 МГц) є достовірним методом попереднього оцінювання глибини інвазії меланоми шкіри.

2. Ультразвуковий апарат General Electric LOGIQ E R8 (США), датчик ультразвуковий лінійний, з центральною частотою 10-22 МГц, показав найвищу відповідність результатам патогістологічного дослідження, з дуже високою кореляцією ($r > 0.9$), порівняно з апаратом DUB Skinscanner (Німеччина), датчик ультразвуковий лінійний, з центральною частотою 22 МГц.

3. Ультразвуковий апарат General Electric LOGIQ E R8 (США) продемонстрував значно меншу частоту діагностичних розбіжностей (14,7% проти 63,6%).

4. Застосування ультразвукового апарата General Electric LOGIQ E R8 (США) доцільне в передопераційній діагностиці для вибору розміру біопсії та хірургічного втручання, особливо в косметично чутливих зонах.

5. Результати дослідження підкреслюють необхідність упровадження високочастотного ультразвукового дослідження в щоденну практику дерматоонколога.

6. Висока частота розбіжностей при використанні DUB Skinscanner (Німеччина) може свідчити про його нижчу точність, технічні особливості й потребує подальшої валідації. Також якість проведення ультразвукового дослідження значною мірою залежить від досвіду оператора.

7. Ультразвукове дослідження пухлин шкіри, зокрема меланоми, є перспективним методом неінвазивної діагностики й тому потребує подальших досліджень для визначення доцільності впровадження цього методу в медичні протоколи лікування пухлин шкіри.

Внески авторів:

Грищенко Р.В. – написання статті, концептуалізація, дослідження, методологія та написання оригінального проекту, візуалізація даних, ресурси;

Степаненко В.І. – концептуалізація, формальний аналіз та валідація, супервізія, рецензування та редагування, адміністрування проєкту;

Богомолець О.В. – концептуалізація, супервізія, адміністрування проєкту, ресурси, рецензування;

Чалий К.О. – підрахунок та статистичний аналіз, візуалізація даних, редагування.

Фінансування. Дослідження не має зовнішніх джерел фінансування.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

- Hryshchenko RV, Bohomolets OV, Stepanenko VI. [Benign and malignant (melanocytic and non-melanocytic) skin neoplasms: classification, clinical manifestations, diagnosis and treatment tactics]. *Ukrainskyi zhurnal dermatologii, venerologii, kosmetologii*. 2023;4:20. Ukrainian. doi: <https://doi.org/10.30978/UJDVK2023-4-20>
- Glazer AM, Winkelmann RR, Farberg AS, et al. Digital dermoscopy for monitoring nevus evolution in children: a longitudinal study. *JAMA Dermatol*. 2020;156(9):976-82. doi: <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2020.2430>
- Arnold M, Holterhues C, Hollestein LM, Coebergh JW, Nijsten T, Pukkala E, et al. Trends in incidence and predictions of cutaneous melanoma across Europe up to 2015. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2014;28(9):1170-8. doi: <https://doi.org/10.1111/jdv.12236>
- Crisan D, Crisan M, Badea R, et al. Ultrasonographic assessment of depth infiltration in melanoma and non-melanoma skin cancer. *J Ultrasound Med*. 2023;42(7):1609-16. doi: <https://doi.org/10.1002/jum.16176>
- Bogomolets O, Rojczyk E, Hryshchenko R, Bogomolets C, Berezkin O. Covid-19, leukemia, and secondary malignancies of the skin – is there a connection: a case report and literature analysis. *Front Oncol*. 2023;13:1265479. doi: <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1265479>
- Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant*. 2013;48:452-8. doi: <https://doi.org/10.1038/bmt.2012.244>
- Kirkwood BR, Sterne JAC. *Essential Medical Statistics* [Internet]. 2nd Edition. Wiley-Blackwell; 2003 [cited 2025 Apr 12]. 512 p. ISBN: 978-0-86542-871-3. Available from: <https://lib.zu.edu.pk/ebookdata/Public%20Health/Essential%20of%20Medical%20Statistics-by%20Betty%20Kirkwood,%20Jonathan%20Sterne.pdf>
- Lallas A, Apalla Z, Kyrgidis A, et al. Cutaneous squamous cell carcinoma: a comprehensive review. *Cancers (Basel)*. 2022;14(5):1232. doi: <https://doi.org/10.3390/cancers14051232>
- Wortsman X. *Ultrasound in skin cancer: why, how, and when to use it?* *Cancers (Basel)*. 2024;16(6):1341. doi: <https://doi.org/10.3390/cancers16061341>
- Swetter SM, Johnson D, Albertini MR, Barker CA, Bateni S, Baumgartner J, et al. *NCCN Guidelines® Insights: Melanoma: Cutaneous, Version 2.2024*. *J Natl Compr Canc Netw*. 2024 Jul 1;22(5):290-8. doi: <https://doi.org/10.6004/jncn.2024.0036>
- Howell JY, Ramsey ML. *Squamous Cell Skin Cancer – StatPearls – NCBI Bookshelf*. National Center for Biotechnology Information [Internet]. 2023 [cited 2025 Apr 12]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441939/>
- Almuhanna N, Wortsman X, Wohlmuth-Wieser I, Kinoshita-Ise M, Alhusayen R. Overview of ultrasound imaging applications in dermatology. *J Cutan Med Surg*. 2021;25(5):521-9. doi: <https://doi.org/10.1177/1203475421999326>
- Freschi G, Silvestri M, Russo T, et al. High-frequency ultrasound for preoperative melanoma thickness assessment: correlation with histopathology. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(10):2408. doi: <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102408>
- Jiyad Z, Palmer RA, Lear JT. Long-term risk of cutaneous squamous cell and basal cell carcinomas associated with psoralen and ultraviolet A (PUVA) therapy: updated evidence from a cohort study. *Br J Dermatol*. 2022;186(3):487-94. doi: <https://doi.org/10.1111/bjd.20815>
- Wortsman X. Top applications of dermatologic ultrasonography that can modify management. *Ultrasonography*. 2023;42(2):183-202. doi: <https://doi.org/10.14366/usg.22130>
- Sellyn GE, Lopez AA, Ghosh S, Topf MC, Chen H, Tkaczyk E, et al. High-frequency ultrasound accuracy in preoperative cutaneous melanoma assessment: A meta-analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2025;39(1):86-96. doi: <https://doi.org/10.1111/jdv.20179>

Стаття надійшла до редакції 05.05.2025;
затверджена до публікації 23.09.2025

